

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-114157

(43)Date of publication of application : 21.04.2000

(51)Int.Cl.

H01L 21/027  
G03F 7/20

(21)Application number : 10-290118

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 29.09.1998

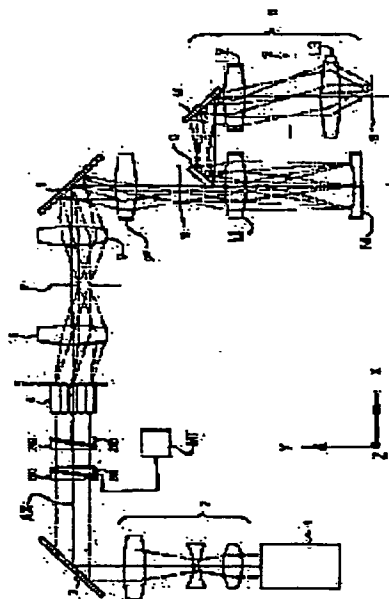
(72)Inventor : KOMATSUDA HIDEKI

## (54) ILLUMINATOR AND PROJECTION ALIGNER PROVIDED THEREWITH

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To easily adjust the polarization ratio of a light source by direction to an arbitrary intensity ratio with respect to an arbitrary direction, by providing an condenser optical system and a double-diffracting member arranged in the optical path between a light source section and a wavefront dividing section, in such a way that the member can rotate around the advancing direction of luminous fluxes.

**SOLUTION:** Luminous flux from a light source 1 is led to a fly-eye lens 4 through a first set of wedge-shaped prisms 200 and 201 and a second set of wedge-shaped prisms 202 and 203, and the wavefront of the luminous flux is divided through the lens 4, resulting in a plurality of light source images. The light rays from the light source images are reflected by 90° with a reflecting mirror 8 after passing through lenses 6 and 9 and illuminate a mask 10 through a lens 9'. Here, a condenser optical system is constituted of the lenses 6, 9, and 9'. In addition, the crystal prism 200 and quartz prism 201 are constituted in such a way that the prisms 200 and 201 can be rotated integrally around the optical axis AX by means of a motor MT.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

29.08.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

**[Claim(s)]**

[Claim 1] The light source which supplies the flux of light, and the wavefront-splitting section which carries out wavefront splitting of the flux of light from this light source, and forms two or more light source images based on this flux of light by which wavefront splitting was carried out, The lighting system characterized by being arranged in the optical path between the capacitor optical system which leads the light from said two or more light source images to the predetermined lighting field on an irradiated plane, and said light source section and said wavefront-splitting section, and having the birefringence member in which the travelling direction of the flux of light was established pivotable as a core.

[Claim 2] Said birefringence member is a lighting system according to claim 1 characterized by having the configuration from which the thickness of said travelling direction differs in the direction of a cross section of said flux of light.

[Claim 3] It is the lighting system according to claim 1 or 2 characterized by at least one of two birefringence components being pivotable considering said travelling direction as a core even if said birefringence member does not have this \*\* including at least two birefringence components.

[Claim 4] At least one of said birefringence components is the lighting system according to claim 3 characterized by being arranged so that the direction of the optical axis may serve as an abbreviation perpendicular to the travelling direction of the flux of light.

[Claim 5] It is the lighting system according to claim 3 characterized by for said predetermined lighting field being an abbreviation rectangle configuration, fixing at least one of said birefringence components, and the direction of the optical axis of said fixed birefringence component being parallel to the direction of the side of said rectangle configuration.

[Claim 6] Said fixed birefringence component is a lighting system according to claim 5 characterized by being arranged between said pivotable birefringence components and said wavefront-splitting sections.

[Claim 7] The projection aligner characterized by having the projection optics which carries out projection exposure of a lighting system given in claim 1 which illuminates the mask with which the predetermined pattern was formed thru/or any 1 term of 6, and the pattern of the this illuminated mask on a sensitization substrate.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

**[Detailed Description of the Invention]****[0001]**

**[Field of the Invention]** This invention relates to the lighting system carried in a suitable projection aligner and this equipment, in order to manufacture a projection aligner, especially a semiconductor integrated circuit, etc.

**[0002]**

**[Description of the Prior Art]** In recent years, the light source wavelength of a projection aligner has short-wavelength-ized with high integration of a semiconductor integrated circuit. For example, the projection aligner using KrF excimer laser as the light source is already put in practical use, and the equipment using ArF excimer laser is shifting to a practical use phase from a research phase. In the projection aligner which makes such laser the light source, since the wavelength of the light source is short, the \*\* material which can be used as a transparency member is restricted to silica glass and a fluoride. Therefore, it will face carrying out the optical design of the projection lens of a projection aligner, and amendment (achromatism) of chromatic aberration will be extremely difficult. moreover, the oscillation wavelength of principle top excimer laser -- half-value width -- several commas -- it has about [ nm ] wavelength width of face. For this reason, in order to ease the terms and conditions of achromatism, narrow band-ization is performed so that oscillation wavelength may become number pm extent of commas with half-value width. Here, if narrow band-ization of oscillation wavelength is performed using a diffraction grating etc., in addition to magnification of specific wavelength, only a specific polarization component will be amplified. And if projection exposure is performed using the flux of light which has many specific polarization components, the problem described below will be produced.

**[0003]** If it exposes by making the flux of light which polarized into the light source, the phenomenon in which the image finally formed changes with directions of a pattern will arise. For example, when the flux of light is polarizing in the meridional direction, in the image surface, an image with small NA is formed in this direction. Moreover, when polarizing in the sagittal direction, an image with large NA is formed in this direction. Therefore, since image formation will be carried out by NA which inclined in the image surface if the illumination-light bundle is polarizing even if it carries out image formation of the pattern formed in the mask etc. by the uniform projection optics of NA even if, resolving will change with directions of a pattern. In high NA, this phenomenon is especially remarkable. Since it is indicated by the present age optics for a Yasushi Oki:" freshman, optical [ near the focus ]", optics, and the 21 (1992) August issue in detail, it omits.

**[0004]** On the other hand, as for a semiconductor integrated circuit, the mainstream is shifting to a logical circuit from a memory circuit. The semiconductor integrated circuit for logical circuits has the independent independent pattern, and it is desirable for pattern line breadth to be uniform. If resolving changes with directions of a pattern in the semiconductor integrated circuit for logical circuits, since the fall of the processing speed of a logical circuit will be caused, it is not desirable. For this reason, ArF or KrF excimer laser is used as the light source, for example, it corresponds by the approach described

below in the conventional projection aligner currently indicated by the patent No. 2679319 official report.

[0005] Drawing 6 is drawing showing the outline configuration of the conventional projection aligner. The flux of light from the excimer laser 1 whose cross-section configuration of the flux of light of injecting is a rectangle is changed into a suitable configuration and the flux of light of an aspect ratio according to the plastic surgery optical system 2, and after it penetrates the quartz plate 100 and silica glass 101 which are mentioned later, incidence of it is carried out to the fly eye lens 4 which is the optical element which has arranged the single lens to high density at juxtaposition. Drawing 7 is drawing which observed the fly eye lens from the travelling direction (the direction of a x axis) of the flux of light. After the flux of light divided by the fly eye lens 4 for every element lens penetrates a lens 6, a field diaphragm 7, and a lens 9, it is bent 90 degrees by the reflective mirror 8, penetrates lens 9', and is condensed on a mask 10. Here, lenses 6 and 9 and 9' constitute a condensing lens group. The situation of a beam of light until it results [ from fly eye lens 4 plane of incidence ] in a mask 10 at drawing 8 (a) and (b) is shown. In addition, since it is simple, in drawing 8, the optical system from a lens 6 to a lens 9 is only indicated to be Lens LL. In drawing 8 (a), the flux of light a which condensed to the plane of incidence of the fly eye lens 4 is condensed with a condensing lens LL by location a' on the 10th page of a mask. That is, each element lens plane of incidence and the mask 10 of the fly eye lens 4 are constituted by conjugate. Moreover, as shown in drawing 8 (b), the flux of light b which condensed to the injection side of the fly eye lens 4 is changed into parallel light with Lens LL, and irradiates a mask 10. Consequently, wavefront splitting of the flux of light which carried out incidence to the fly eye lens 4 is carried out per element lens, and it is piled up on a mask 10. And based on the illumination light supplied to the mask 10, the pattern on a mask 10 is imprinted by the wafer 15 according to projection optics 11. Projection optics 11 consists of lenses L1, L2, and L3, mirrors 13 and 14, and a reflective concave mirror M, and has the aperture diaphragm 12. Here, the field diaphragm 7 was arranged in the mask 10 in the condensing lens groups 6-9, and the location [ \*\*\*\* ], and has specified the lighting range. Moreover, fly eye lens 4 injection sides are the aperture diaphragm 12 of a projection lens, and conjugation, and the illumination system aperture diaphragm 5 is arranged in the injection side of the fly eye lens 4.

[0006] Generally the configuration of the flux of light where it is injected from excimer laser 1 as mentioned above is a rectangle, and is polarizing in parallel with a rectangular shorter side. Moreover, in order to keep the effectiveness of lighting high as much as possible, it is desirable to make the laser injection flux of light of a rectangle configuration fit the appearance of the fly eye lens 4 as much as possible according to the plastic surgery optical system 2 which consisted of cylindrical lenses etc. Drawing 9 is drawing showing the relation of the laser injection flux of light alpha and the fly eye lens 4 which operated orthopedically. The polarization direction po is parallel to the rectangular side. Since fly eye element lens plane of incidence is a mask 10 and conjugation, the lighting range is prescribed by the outer diameter of a fly eye element lens. For this reason, since change of NA of the image formation flux of light which originates in the above polarization directions since polarization parallel to the side of the lighting field of a rectangle configuration is supplied on the mask 10 which is an illuminated field is produced, it is not desirable.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In order to solve the problem resulting from polarization, the configuration which acquires the false natural light is explained. The Xtal member 100 which is the uniaxial crystal processed into the wedge shape is arranged between the light source 1 and the fly eye lens 4. And only by the Xtal member 100, since the travelling direction of the flux of light bends according to a refraction operation, in order to amend a travelling direction, the silica glass 101 processed into the wedge shape like the Xtal member 100 is arranged like drawing 6.

[0008] Relation with a fly eye lens is indicated to be the direction of the optical axis of the Xtal member (uniaxial crystal) 100, and the polarization direction to drawing 10 (a) - (c). As for the cross-section configuration of the flux of light alpha which carries out incidence of drawing 10 (a) to the fly eye lens 4, and this drawing (b), the optical axis opax and this drawing (c) of the Xtal member show the

configuration of the fly eye lens 4, respectively. The optical axis opax of the Xtal member is perpendicular to the travelling direction of the flux of light, and is set as the include angle of 45 degrees to the polarization direction po. According to this configuration, since the Xtal member 100 is processed into the wedge shape, the thickness (transparency distance) which penetrates the Xtal member with the location as for which the flux of light carries out incidence differs. For this reason, the polarization condition of the flux of light of injecting changes with incidence locations to Xtal. for example, a case [ like drawing 11 (a) ] whose polarization direction of the incident light which carries out incidence to the Xtal member 100 is -- polarization of injection light -- the vertical linearly polarized light ( drawing 11 (b)), the horizontal linearly polarized lights ( drawing 11 (d)), and those middle circular polarization of lights ( drawing 11 (c), (e)) -- it becomes elliptically polarized light further. And since the wave front of various polarization conditions is divided and piled up by penetrating a fly eye lens and a condensing lens, on a mask 10, the condition which polarization of various directions overlapped, i.e., the false natural light, can be acquired. Thus, the ununiformity of NA in the image formation side (wafer 15) based on the flux of light of a specific polarization condition and the variation of resolving of a pattern which carried out image formation can be prevented by using the Xtal member 100.

[0009] However, the projection aligner of the above-mentioned configuration has the trouble described below. In order that an actual projection aligner may bend the travelling direction of the flux of light from the reasons of a miniaturization of equipment etc., two or more reflective mirrors are used. The projection aligner shown in drawing 6 has four reflective mirrors 3, 8, 13, and 14. For example, if bending of mirrors 3 and 4 is lost and optical system is arranged in the shape of a straight line, an overall length will become very long optical system. Moreover, if bending of a mirror 13 is lost, arrangement of optical system will become impossible physically.

[0010] Therefore, in the optical system of a projection aligner, a reflective mirror is an indispensable optical element. However, to the light of the short wavelength oscillated from ArF excimer laser etc., the reflection factor of a P wave and an S wave cannot manufacture an equal reflective mirror. For this reason, even if it illuminates a mask by the natural light by bending the flux of light by the reflective mirror, there is a problem that the flux of light will become polarization feeling on exposed fields, such as a wafer. Even if it changes the laser oscillation light of the linearly polarized light into the false natural light on a mask side by making the Xtal member penetrate like equipment before, it will become the flux of light which has specific polarization components, such as p component or s component, by bending an optical path by the reflective mirror in subsequent optical system. Therefore, the variation in pattern resolving by the ununiformity of NA at the time of carrying out image formation on the wafer resulting from a specific polarization component and line breadth will be produced.

[0011] It is possible to change the ratio by the direction of polarization rotating a laser light source and plastic surgery optical system, and rotating the incoming beams to the Xtal member itself here, in order to prevent change of the ratio of the polarization component by bending of the flux of light in equipment conventionally. However, if the incoming beams itself are rotated and the direction of specific polarization is doubled in the bending direction of a mirror, when the configuration of the flux of light and the direction of polarization are fixed, the rectangular flux of light will rotate and carry out incidence to a rectangular fly eye lens. Consequently, since the rectangle field of a fly eye lens and the rectangle field of the flux of light are not in agreement and the flux of light is kicked by the fly eye lens, the quantity of light will not be able to be used effectively but decline in lighting effectiveness will be caused.

[0012] This invention is made in view of the above-mentioned problem, and it aims at offering a projection aligner equipped with the lighting system and this lighting system which can adjust the ratio by the direction of polarization of the light source to the intensity ratio of arbitration simple to the direction of arbitration.

[0013]

[Means for Solving the Problem] In order to solve the above-mentioned technical problem, in invention according to claim 1 The light source which supplies the flux of light, and the wavefront-splitting section which carries out wavefront splitting of the flux of light from this light source, and forms two or

more light source images based on this flux of light by which wavefront splitting was carried out. It is characterized by being arranged in the optical path between the capacitor optical system which leads the light from said two or more light source images to the predetermined lighting field on an irradiated plane, and said light source section and said wavefront-splitting section, and having the birefringence member in which the travelling direction of the flux of light was established pivotable as a core.

[0014] Moreover, in invention according to claim 2, said birefringence member is characterized by having the configuration from which the thickness of said travelling direction differs in the direction of a cross section of said flux of light.

[0015] Moreover, in invention according to claim 3, even if said birefringence member does not have this \*\* including at least two birefringence components, at least one of two birefringence components is characterized by being pivotable considering said travelling direction as a core.

[0016] Moreover, in invention according to claim 4, at least one of said birefringence components is characterized by being arranged so that the direction of the optical axis may serve as an abbreviation perpendicular to the travelling direction of the flux of light.

[0017] Moreover, in invention according to claim 5, said predetermined lighting field is an abbreviation rectangle configuration, at least one of said birefringence components is fixed, and the direction of the optical axis of said fixed birefringence component is characterized by being parallel to the direction of the side of said rectangle configuration.

[0018] Moreover, in invention according to claim 6, said fixed birefringence component is characterized by being arranged between said pivotable birefringence components and said wavefront-splitting sections.

[0019] Moreover, in invention according to claim 7, it is characterized by having the projection optics which carries out projection exposure of a lighting system given in claim 1 which illuminates the mask with which the predetermined pattern was formed thru/or any 1 term of 6, and the pattern of the this illuminated mask on a sensitization substrate.

[0020]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained based on an accompanying drawing.

(The 1st operation gestalt) Drawing 1 is drawing showing the configuration of the lighting system concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention, and a projection aligner equipped with this lighting system. Expansion of the diameter of the flux of light and modification of an aspect ratio are made according to the plastic surgery optical system 2 in which the flux of light from the light sources 1, such as ArF excimer laser (wavelength  $\lambda = \text{about } 193\text{nm}$ ), contains a cylindrical lens etc. In addition, as for the light source 1, it is desirable to inject the linearly polarized light parallel to space. Next, the flux of light operated orthopedically penetrates the group 200,201 of the 1st wedge-action-die prism, and is further led to the fly eye lens 4 through the group 202,203 of the 2nd wedge-action-die prism. Prism 200-203 is processed in the shape of [ from which the thickness of a travelling direction differs in the direction of a cross section of the flux of light ] a wedge. The detail about prism 200-203 is mentioned later. Next, wavefront splitting of the flux of light from the light source is carried out by the fly eye lens 4, and two or more light source images are formed. The aperture diaphragm 5 for determining the numerical aperture of the illumination light on a wafer side is formed in the injection side of the fly eye lens 4. And after the light from two or more light source images penetrates a lens 6 and a lens 9, it is bent 90 degrees by the reflective mirror 8, and illuminates the mask 10 which penetrates lens 9' and has a pattern. Here, capacitor optical system consists of a lens 6, a lens 9, and lens 9'. The field diaphragm 7 is arranged in the mask 10 within capacitor optical system, and the location [ \*\*\*\* ]. And based on the illumination light supplied to the mask 10, the pattern on a mask 10 is imprinted by the wafer 15 according to projection optics 11. Projection optics 11 consists of lenses L1, L2, and L3, mirrors 13 and 14, and a reflective concave mirror M, and has the aperture diaphragm 12. Thus, as for the projection optics 11 of this operation gestalt, it is desirable to have the reflector of mirror 13 grade. Here, the field diaphragm 7 was arranged in the mask 10 in the capacitor optical system 6-9, and the location [ \*\*\*\* ], and has specified the lighting range. Moreover, the injection sides of the

fly eye lens 4 are the aperture diaphragm 12 of a projection lens, and conjugation.

[0021] Next, prism 200-203 is explained. Prism 200 and prism 202 consist of the Xtal crystal processed in the shape of a wedge. Since an optical path bends in a refraction operation that it is only the Xtal prism as the above-mentioned conventional technique described, the travelling direction of the flux of light has been amended by combining the silica glass 201 and 203 processed in the shape of a wedge, respectively. Moreover, the include angle of the wedge of each prism is set up so that the flux of light which carried out incidence at right angles to prism may inject almost perpendicularly. And the Xtal prism 200 and the quartz prism 201 are constituted by Motor MT pivotable considering the optical axis AX as a core as one. On the other hand, the Xtal prism 202 and the quartz prism 203 are being fixed.

[0022] The direction of the optical axis of the Xtal prism 200 and 202 is shown in drawing 2 (a) and (b), respectively. Here, it is perpendicular to x and an optical axis in the direction of an optical axis, and y and a direction perpendicular to the space of drawing 1 are set to z for the direction of [ in the space of drawing 1 ]. Moreover, the angle of the optical axis opax of the Xtal prism 200 and the y-axis to make is set to psi. As shown in drawing 2 (b), the direction of the optical axis opax of the Xtal prism 202 currently fixed is parallel to the direction of the side of the field of a rectangle configuration where it is illuminated on a mask. However, when the flux of light is bent by the mirror etc., it thinks as a thing without bending. Moreover, as for at least one of the Xtal prism 200 and 202, it is desirable to be arranged so that the direction of the optical axis may serve as an abbreviation perpendicular to the travelling direction of the flux of light.

[0023] In this operation gestalt, all the bending directions of the reflective mirrors 8 and 13 and 14 grades are the hands of cut to a shaft perpendicular to the space of drawing 1 . For this reason, polarization of the direction where polarization of the direction where the flux of light on the 15th page of a wafer is parallel to the space of drawing 1 is perpendicular to space weakness becomes strength. for this reason, the intensity ratio of polarization of the flux of light formed by prism 200,202 -- the direction of y -- strength and the direction of z -- slight weakness -- and it can be necessary to choose that ratio as arbitration It is changed into polarization of various conditions after the flux of light of the linearly polarized light of the direction of y penetrates prism 200,201. Among those, if its attention is paid only to the linearly polarized light, as shown in drawing 3 , the intensity ratio is divided into the linearly polarized light of the direction of y, and the y-axis and the polarization which makes the include angle of (psix2) by 1:1. Furthermore, if prism 202,203 is penetrated, the linearly polarized light of the direction of y will be passed as it is, without receiving change at all, and the polarization which makes the y-axis and the include angle of (psix2) will be divided into the polarization which makes the include angle to the y-axis (psix2), and the polarization which makes the include angle of - (psix2) to the y-axis by reinforcement 1:1. This situation is shown in drawing 4 . That is, it will be set to  $A:B=1+\cos(2\psi):\sin(2\psi)$  if angle of rotation of B and the Xtal prism 200 is set [ the polarization reinforcement of the direction of y after penetrating prism 200-203 ] for the polarization reinforcement of A and the direction of z with psi. This shows that polarization of there being few numerousness [ the direction of y ] and directions of z can be acquired in this operation gestalt. Furthermore, since angle of rotation psi is adjustable, it can choose the ratio of A and B as arbitration. Preferably, it is desirable to rotate the Xtal prism 200 so that the ratio of the amount of the polarization by the direction may become equal, and to choose psi, measuring the amount of polarization on the 15th page of a wafer.

[0024] (The 2nd operation gestalt) Since the fundamental configuration of a projection aligner equipped with the lighting system and this lighting system concerning the gestalt of operation of the 2nd of this invention is the same as that of the above-mentioned 1st operation gestalt, the explanation by drawing is omitted. A different point from the above-mentioned 1st operation gestalt is in the point of using only the group 200,201 of the 1st wedge-action-die prism instead of prism 200-203. The polarization condition acquired by rotating the direction of the optical axis of the Xtal prism 200 by Motor MT around an optical axis AX is shown in (c) from drawing 5 (a). In addition, since the circular polarization of light does not become a problem in this case, only the linearly polarized light is illustrated. When the angle on which an optical axis and the polarization direction make (a) is 45 degrees (the same Fig. as drawing 11 ), in the case of 30 degrees, (c) of (b) is the case of 60 degrees. By this approach,

polarization of the specific direction of slant (the direction of an optical axis) can be strengthened so that more clearly than drawing. To face bending the flux of light by the mirror and bend to a shaft parallel to which the side of a rectangular radiation field like the 1st operation gestalt, the intensity ratio of polarization requires that only the ratio of a 2-way (y in drawing 1, the direction of z) parallel to the side of the rectangle of the flux of light should change. However, when there is no constraint in the bending direction by the mirror, the Xtal prism 200 can be rotated and the direction of an optical axis and the intensity ratio of polarization can be made in agreement [ the change \*\*\*\*\* direction ]. Therefore, the intensity ratio of the direction to desire can be changed by rotating one Xtal prism 200.

[0025] In addition, although the illumination system which used only one fly eye lens was used with the above-mentioned operation gestalt, two or more groups of a fly eye lens and a condensing lens may be prepared in a serial, and the illumination system which performs wavefront splitting of the flux of light and superposition two or more times may be used. For example, generally the configuration which arranged 2 sets of groups of a fly eye lens and a condensing lens to the serial is called a double fly eye system. As for birefringence media, such as the Xtal member, in this configuration, it is desirable to count sequentially from a light source side and to arrange to a light source side rather than the 1st fly eye lens.

[0026]

[Effect of the Invention] As explained above, the intensity ratio of polarization of a specific direction is controllable by invention according to claim 1 by rotating a birefringence member. Therefore, the effect of polarization of the light which reaches on the exposed field (wafer) resulting from the way of being straight depended on the mirror of the flux of light can be lost.

[0027] Moreover, in invention according to claim 2, birefringence members differ in the thickness of the travelling direction of the flux of light in the direction of a cross section of the flux of light. Therefore, since the distance which penetrates this member with the location of the flux of light which carries out incidence to a birefringence member differs when the linearly polarized light carries out incidence, it is an injection side and polarization of various conditions is acquired.

[0028] Moreover, in invention according to claim 3, it has at least two birefringence components, among those one side is pivotable. Therefore, the intensity ratio of polarization of the direction of arbitration is controllable.

[0029] Moreover, in invention according to claim 4, the direction of an optical axis is an abbreviation perpendicular to the travelling direction of the flux of light. Therefore, control of the amount of polarization becomes still easier.

[0030] Moreover, in invention according to claim 5, the lighting field on a mask is an abbreviation rectangle configuration, and the direction of the optical axis of the birefringence component fixed is parallel to the direction of the side of said rectangle configuration. Therefore, even when the cross-section configuration of the flux of light orthopedically injected and operated from the laser light source is a rectangle configuration, it can illuminate efficiently without loss of the quantity of light, and the intensity ratio of polarization can be controlled according to the direction of the side of a lighting field.

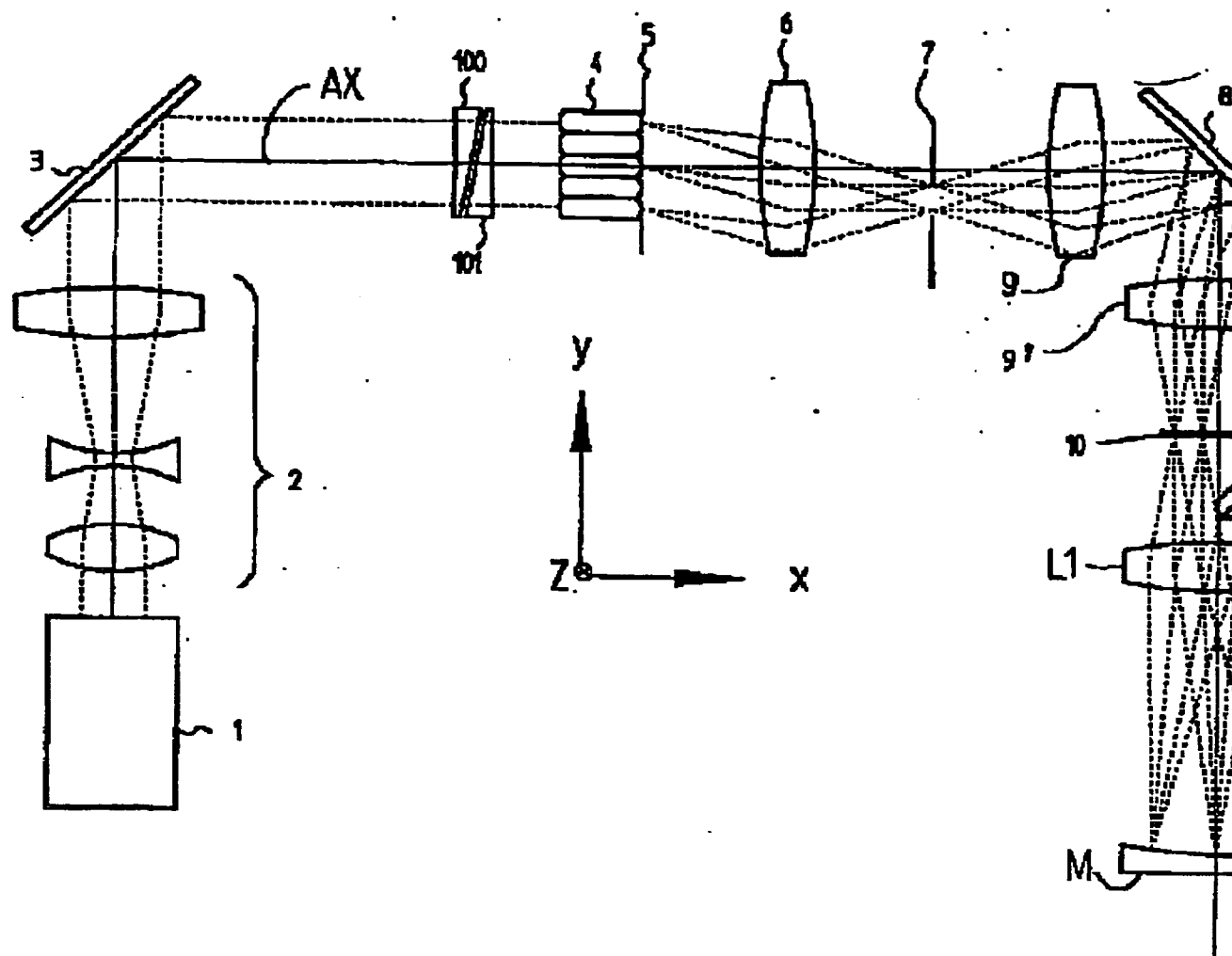
[0031] Moreover, in invention according to claim 6, the fixed birefringence component is arranged between a pivotable birefringence component and the wavefront-splitting section. Therefore, since the drive rotation section of a mirror is separated from optical system, such as a fly eye lens, stable lighting is performed and the thing of it can be carried out.

[0032] Moreover, in invention according to claim 7, by using the lighting system concerning this invention, the effect of polarization which depends in the bending direction of the flux of light can be avoided, and the pattern of always good resolving can be projected and exposed.

---

[Translation done.]





**DERWENT-ACC-NO:** 2000-355874

**DERWENT-WEEK:** 200824

**COPYRIGHT 2008 DERWENT INFORMATION LTD**

**TITLE:** Illumination unit of projection exposure device  
used for manufacturing integrated circuit, has  
double refractor which is rotatably configured  
optical path between light source and wavefront  
divided portion

**INVENTOR:** KOMATSUDA H

**PATENT-ASSIGNEE:** NIKON CORP[NIKR]

**PRIORITY-DATA:** 1998JP-290118 (September 29, 1998)

**PATENT-FAMILY:**

<b>PUB-NO</b>	<b>PUB-DATE</b>	<b>LANGUAGE</b>
JP 2000114157 A	April 21, 2000	JA
JP 4065923 B2	March 26, 2008	JA

**APPLICATION-DATA:**

<b>PUB-NO</b>	<b>APPL-DESCRIPTOR</b>	<b>APPL-NO</b>	<b>APPL-DATE</b>
JP2000114157A	N/A	1998JP- 290118	September 29, 1998
JP 4065923B2	Previous Publ	1998JP- 290118	September 29, 1998

**INT-CL-CURRENT:**

<b>TYPE</b>	<b>IPC DATE</b>
-------------	-----------------

CIPP	H01L21/027 20060101
CIPP	H01L21/027 20060101
CIPS	G03F7/20 20060101
CIPS	G03F7/20 20060101

**ABSTRACTED-PUB-NO:** JP 2000114157 A

**BASIC-ABSTRACT:**

NOVELTY - A divided portion (4) is provided to perform wavefront division of beam emitted from light source (1) and forms suitable image. Capacitor optical systems (6-9) are provided to guide light from formed images to preset illumination area on irradiation surface. A double refractor (200) is rotatably configured in optical path between light source and divided portion as center above beam advance direction.

USE - For manufacturing integrated circuit.

ADVANTAGE - Since double refractor is rotatably configured in an optical path between light source and wavefront divided portion, bending influence of polarization of light incident on exposed surface is eliminated.

DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows the composition of projection exposure device equipped with illumination device.

Light source (1)

Divided portion (4)

Capacitor optical systems (6-9)

Double refractor (200)

**CHOSEN-DRAWING:** Dwg.1/11

**TITLE-TERMS:** ILLUMINATE UNIT PROJECT EXPOSE  
DEVICE MANUFACTURE INTEGRATE  
CIRCUIT DOUBLE REFRACT ROTATING  
CONFIGURATION OPTICAL PATH LIGHT  
SOURCE WAVEFRONT DIVIDE PORTION

**DERWENT-CLASS:** P84 U11

**EPI-CODES:** U11-C04;

**SECONDARY-ACC-NO:**

**Non-CPI Secondary Accession Numbers:** 2000-266978

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-114157

(P2000-114157A)

(43) 公開日 平成12年4月21日 (2000. 4. 21)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 1 L 21/027		H 0 1 L 21/30	5 1 5 D 2 H 0 9 7
G 0 3 F 7/20	5 0 2	G 0 3 F 7/20	5 0 2 5 F 0 4 6
	5 2 1		5 2 1
		H 0 1 L 21/30	5 2 7

審査請求 未請求 請求項の数 7 F D (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平10-290118

(22) 出願日 平成10年9月29日 (1998. 9. 29)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 小松田 秀基

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

(74) 代理人 100077919

弁理士 井上 義雄

Fターム(参考) 2H097 BB10 CA06 CA13 GB01 LA10

5F046 BA03 CA04 CB02 CB05 CB10

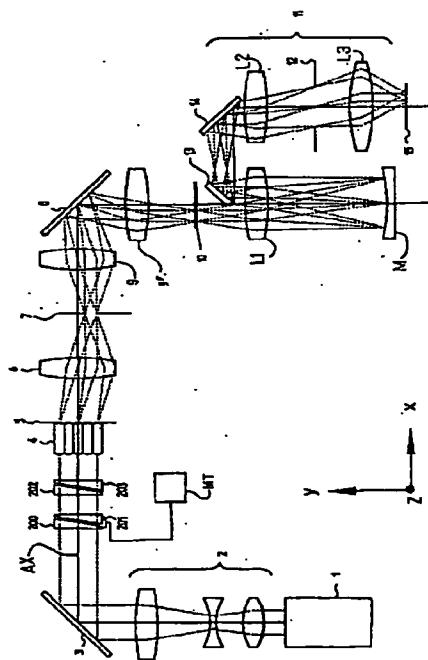
CB13 CB23 CB25 DA01 DA12

(54) 【発明の名称】 照明装置及び該照明装置を備える投影露光装置

## (57) 【要約】

【課題】 光源の偏光の方向による比を、任意の方向に対して任意の強度比に簡便に調整できる照明装置及び該照明装置を備える投影露光装置を提供すること。

【解決手段】 光束を供給する光源1と、該光源からの光束を波面分割し、該波面分割された光束に基づいて複数の光源像を形成する波面分割部4と、前記複数の光源像からの光を被照射面上の所定照明領域へ導くコンデンサ光学系6〜9と、前記光源部と前記波面分割部との間の光路中に配置されて、光束の進行方向を中心として回転可能に設けられた複屈折部材200とを備える



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光束を供給する光源と、

該光源からの光束を波面分割し、該波面分割された光束に基づいて複数の光源像を形成する波面分割部と、前記複数の光源像からの光を被照射面上の所定照明領域へ導くコンデンサ光学系と、前記光源部と前記波面分割部との間の光路中に配置されて、光束の進行方向を中心として回転可能に設けられた複屈折部材と、を備えることを特徴とする照明装置。

【請求項2】 前記複屈折部材は、前記光束の断面方向において前記進行方向の厚みが異なる形状を有していることを特徴とする請求項1記載の照明装置。

【請求項3】 前記複屈折部材は、少なくとも2つの複屈折素子を含み、該少なくとも2つの複屈折素子のうちの少なくとも1つは、前記進行方向を中心として回転可能であることを特徴とする請求項1又は2記載の照明装置。

【請求項4】 前記複屈折素子のうちの少なくとも1つは、その光学軸の方向が光束の進行方向に対して略垂直となるように配設されていることを特徴とする請求項3記載の照明装置。

【請求項5】 前記所定照明領域は略矩形形状であり、前記複屈折素子のうちの少なくとも一つは固設されており、前記固設された複屈折素子の光学軸の方向は、前記矩形形状の辺の方向と平行であることを特徴とする請求項3記載の照明装置。

【請求項6】 前記固設された複屈折素子は、前記回転可能な複屈折素子と前記波面分割部との間に配置されていることを特徴とする請求項5記載の照明装置。

【請求項7】 所定のパターンが形成されたマスクを照明する請求項1乃至6の何れか1項に記載の照明装置と、該照明されたマスクのパターンを感光基板上に投影露光する投影光学系とを有することを特徴とする投影露光装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は投影露光装置、特に半導体集積回路等を製造するために好適な投影露光装置及び該装置に搭載される照明装置に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、半導体集積回路の高集積化に伴い、投影露光装置の光源波長が短波長化している。例えば、光源としてKrFエキシマレーザを用いる投影露光装置は既に実用化されており、ArFエキシマレーザを用いる装置は研究段階から実用段階に移行しつつある。これらのレーザを光源とする投影露光装置では、光源の波長が短いため、透過部材として使用できる硝材が石英

硝子と螢石とに制限される。そのため、投影露光装置の投影レンズを光学設計するに際して、色収差の補正（色消し）が極端に困難となってしまう。また、原理上エキシマレーザの発振波長は半値幅でコンマ数nm程度の波長幅を有している。このため、色消しの諸条件を緩和するため、発振波長が半値幅でコンマ数pm程度になるように狭帯化を行なっている。ここで、回折格子等を用いて発振波長の狭帯化を行うと、特定波長の増幅に加えて、特定の偏光成分のみ増幅してしまう。そして、特定の偏光成分を多く有する光束を用いて投影露光を行うと以下に述べる問題を生ずる。

【0003】偏光した光束を光源として露光を行なうと、最終的に形成される像がパターンの方向により異なるという現象が生じる。例えば、メリジナル方向に光束が偏光している場合は、像面においてあたかも該方向にNAが小さい像が形成される。また、サジタル方向に偏光している場合は、該方向にあたかもNAが大きい像が形成される。したがって、たとえ均一なNAの投影光学系でマスク等に形成されたパターンを結像しても、照明光束が偏光していると像面において偏ったNAで結像してしまうので、パターンの方向により解像が異なってしまう。かかる現象は、特に、高NAの場合に著しい。詳しくは太田裕史：“フレッシュマンの為に現代光学、焦点近傍の光学”、光学、21（1992）8月号に記載されているので省略する。

【0004】一方、半導体集積回路はメモリ回路からロジック回路へと主流が移行しつつある。ロジック回路用の半導体集積回路は独立した単独のパターンを有しており、パターン線幅が均一であることが望ましい。ロジック回路用の半導体集積回路においてパターンの方向により解像が異なると、ロジック回路の処理速度の低下を招くので好ましくない。このため、ArF又はKrFエキシマレーザを光源として用いる、例えば特許第2679319号公報に開示されている従来の投影露光装置では、以下に述べる方法で対応している。

【0005】図6は従来の投影露光装置の概略構成を示す図である。射出する光束の断面形状が矩形であるエキシマレーザ1からの光束は、整形光学系2により適切な形状、アスペクト比の光束に変換され、後述する水晶板100、石英硝子101を透過した後、単レンズを並列に高密度に配置した光学素子であるフライアイレンズ4に入射する。図7はフライアイレンズを光束の進行方向（x軸方向）より観察した図である。フライアイレンズ4により各要素レンズ毎に分割された光束は、レンズ6、視野絞り7、レンズ9を透過した後、反射ミラー8で90度折り曲げられレンズ9'を透過して、マスク10上に集光される。ここで、レンズ6、9、9'によりコンデンサレンズ群を構成する。図8(a)、(b)にフライアイレンズ4入射面からマスク10に至るまでの光線の様子を示す。なお、簡便のため図8において、レ

レンズ6からレンズ9に至る光学系を単にレンズLと示す。図8(a)において、フライアイレンズ4の入射面に集光した光束aはコンデンサレンズLによりマスク10面上の位置a'に集光される。即ち、フライアイレンズ4の各要素レンズ入射面とマスク10とは共役に構成されている。また、図8(b)に示すように、フライアイレンズ4の射出面に集光した光束bは、レンズLで平行光に変換されてマスク10を照射する。この結果、フライアイレンズ4に入射した光束は、要素レンズ単位に波面分割され、マスク10上で重ねあわせる。そして、マスク10に供給された照明光に基づき、投影光学系11によりマスク10上のパターンが、ウェハ15に転写される。投影光学系11は、レンズL1, L2, L3とミラー13, 14と反射凹面鏡Mとから構成され、開口絞り12を有している。ここで、視野絞り7は、コンデンサレンズ群6~9の中の、マスク10と共役な位置に配設され、照明範囲を規定している。また、フライアイレンズ4射出面は、投影レンズの開口絞り12と共役であり、フライアイレンズ4の射出面に照明系開口絞り5が配設されている。

【0006】上述したようにエキシマレーザ1から射出される光束の形状は一般に矩形であり、矩形の短辺に平行に偏光している。また、照明の効率を極力高く保つために、矩形形状のレーザ射出光束をシリンドリカルレンズ等で構成された整形光学系2によりフライアイレンズ4の外形に極力フィットさせることが望ましい。図9は、整形したレーザ射出光束αとフライアイレンズ4との関係を示す図である。偏光方向pは矩形の辺に平行である。フライアイ要素レンズ入射面は、マスク10と共役なので、照明範囲はフライアイ要素レンズの外径により規定される。このため、被照明面であるマスク10上には、矩形形状の照明領域の辺に平行な偏光が供給されるので、上述のような偏光方向に起因する結像光束のNAの変化を生じるので好ましくない。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】偏光に起因する問題を解消するために、擬似的な自然光を得る構成について説明する。楔状に加工した一軸結晶である水晶部材100を光源1とフライアイレンズ4との間に配設する。そして、水晶部材100のみでは、屈折作用により光束の進行方向が曲がってしまうので、進行方向を補正するため、水晶部材100と同様に楔状に加工した石英硝子101を図6のように配設する。

【0008】水晶部材(一軸結晶)100の光学軸の方向と、偏光方向と、フライアイレンズとの関係を図10(a)~(c)に示す。図10(a)はフライアイレンズ4に入射する光束αの断面形状、同図(b)は水晶部材の光学軸opa x、同図(c)はフライアイレンズ4の形状をそれぞれ示している。水晶部材の光学軸opa xは光束の進行方向に垂直で、かつ偏光方向pに対し

て45度の角度に設定する。かかる構成によれば、水晶部材100は楔状に加工されているため、光束が入射する位置により水晶部材を透過する厚み(透過距離)が異なる。このため、水晶への入射位置によって、射出する光束の偏光状態が異なる。例えば、水晶部材100に入射する入射光の偏光方向が図11(a)のような場合に、射出光の偏光は、縦の直線偏光(図11(b))、横の直線偏光(図11(d))、それらの中間の円偏光(図11(c), (e))、さらには楕円偏光となる。そして、フライアイレンズとコンデンサレンズとを透過することで、様々な偏光状態の波面を分割、重ねあわせるため、マスク10上では、様々な方向の偏光が重なり合った状態、すなわち擬似的な自然光を得ることができる。このように水晶部材100を用いることで特定の偏光状態の光束に基づく、結像面(ウェハ15)におけるNAの不均一、結像したパターンの解像のバラツキを防止することができる。

【0009】しかし、上記構成の投影露光装置は以下に述べる問題点を有している。実際の投影露光装置は、装置の小型化等の理由から、光束の進行方向を折り曲げるために複数の反射ミラーが用いられている。図6に示した投影露光装置は、4枚の反射ミラー3, 8, 13及び14を有している。例えば、ミラー3, 4の折り曲げを無くして一直線状に光学系を配置すると、全長が非常に長い光学系になってしまう。また、ミラー13の折り曲げを無くしてしまうと、物理的に光学系の配置が不可能になってしまう。

【0010】したがって、投影露光装置の光学系では反射ミラーは不可欠な光学素子である。しかし、ArFエキシマレーザなどから発振される短波長の光に対しては、P波とS波との反射率が等しい反射ミラーを製造することが出来ない。このため、反射ミラーで光束を折り曲げることにより、自然光でマスクを照明しても、ウェハ等の被露光面上では光束が偏光気味になってしまうという問題がある。従来装置のように、直線偏光のレーザ発振光を水晶部材を透過させることでマスク面上で擬似的な自然光に変換しても、その後の光学系において反射ミラーで光路を折り曲げることでp成分又はs成分などの特定の偏光成分を有する光束になってしまう。したがって、特定の偏光成分に起因するウェハ上に結像する際のNAの不均一によるパターン解像、線幅のバラツキを生じてしまう。

【0011】ここで、従来装置において光束の折り曲げによる偏光成分の比率の変化を防止する為には、レーザ光源及び整形光学系を回転させて、水晶部材への入射光束そのものを回転させることで偏光の方向による比率を変えることが考えられる。しかし、入射光束そのものを回転させて、特定の偏光の方向をミラーの折り曲げ方向に合わせると、光束の形状と偏光の方向が固定している場合、矩形のフライアイレンズに対して矩形の光束が回

転して入射することになる。この結果、フライアイレンズの矩形領域と、光束の矩形領域とが一致せず、光束がフライアイレンズでけられるので、有効に光量を使用することができず照明効率の低下を招いてしまう。

【0012】本発明は上記問題に鑑みてなされたものであり、光源の偏光の方向による比を、任意の方向に対して任意の強度比に簡単に調整できる照明装置及び該照明装置を備える投影露光装置を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、請求項1記載の発明では、光束を供給する光源と、該光源からの光束を波面分割し、該波面分割された光束に基づいて複数の光源像を形成する波面分割部と、前記複数の光源像からの光を被照射面上の所定照明領域へ導くコンデンサ光学系と、前記光源部と前記波面分割部との間の光路中に配置されて、光束の進行方向を中心として回転可能に設けられた複屈折部材と、を備えることを特徴とする。

【0014】また、請求項2記載の発明では、前記複屈折部材は、前記光束の断面方向において前記進行方向の厚みが異なる形状を有していることを特徴とする。

【0015】また、請求項3記載の発明では、前記複屈折部材は、少なくとも2つの複屈折素子を含み、該少なくとも2つの複屈折素子のうちの少なくとも1つは、前記進行方向を中心として回転可能であることを特徴とする。

【0016】また、請求項4記載の発明では、前記複屈折素子のうちの少なくとも1つは、その光学軸の方向が光束の進行方向に対して略垂直となるように配設されていることを特徴とする。

【0017】また、請求項5記載の発明では、前記所定照明領域は略矩形形状であり、前記複屈折素子のうちの少なくとも一つは固定されており、前記固定された複屈折素子の光学軸の方向は、前記矩形形状の辺の方向と平行であることを特徴とする。

【0018】また、請求項6記載の発明では、前記固定された複屈折素子は、前記回転可能な複屈折素子と前記波面分割部との間に配置されていることを特徴とする。

【0019】また、請求項7記載の発明では、所定のパターンが形成されたマスクを照明する請求項1乃至6の何れか1項に記載の照明装置と、該照明されたマスクのパターンを感光基板上に投影露光する投影光学系とを有することを特徴とする。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、添付図面に基づいて本発明の実施の形態について説明する。

（第1実施形態）図1は、本発明の第1の実施の形態にかかる照明装置と該照明装置を備える投影露光装置の構成を示す図である。ArFエキシマレーザ（波長 $\lambda$ ＝約

10

20

30

40

50

193nm）等の光源1からの光束は、シリンドリカルレンズ等を含む整形光学系2により光束径の拡大とアスペクト比の変更がなされる。なお、光源1は紙面に平行な直線偏光を射出することが望ましい。次に、整形された光束は第1の楔型プリズムの組200、201を透過し、さらに第2の楔型プリズムの組202、203を経て、フライアイレンズ4に導かれる。プリズム200～203は光束の断面方向において進行方向の厚みが異なるような楔形状に加工されている。プリズム200～203についての詳細は後述する。次に、光源からの光束は、フライアイレンズ4で波面分割され複数の光源像が形成される。フライアイレンズ4の射出面には、ウェハ面上での照明光の開口数を決定する為の開口絞り5が設けられている。そして、複数の光源像からの光は、レンズ6、レンズ9を透過した後、反射ミラー8で90度折り曲げられて、レンズ9'を透過しパターンを有するマスク10を照明する。ここで、レンズ6とレンズ9とレンズ9'とでコンデンサ光学系を構成する。コンデンサ光学系内のマスク10と共役な位置に視野絞り7が配置されている。そして、マスク10に供給された照明光に基づき、投影光学系11によりマスク10上のパターンが、ウェハ15に転写される。投影光学系11は、レンズL1、L2、L3とミラー13、14と反射凹面鏡Mとから構成され、開口絞り12を有している。このように本実施形態の投影光学系11は、ミラー13等の反射面を有していることが望ましい。ここで、視野絞り7は、コンデンサ光学系6～9の中の、マスク10と共役な位置に配設され、照明範囲を規定している。また、フライアイレンズ4の射出面は、投影レンズの開口絞り12と共役である。

【0021】次に、プリズム200～203について説明する。プリズム200とプリズム202とは、楔形状に加工された水晶結晶から成っている。上記従来技術で述べたように、水晶プリズムのみであると屈折作用で光路が曲がるので、楔形状に加工された石英硝子201と203とをそれぞれ組み合わせることで、光束の進行方向を補正している。また、各プリズムの楔の角度は、プリズムに垂直に入射した光束が、ほぼ垂直に射出するように設定されている。そして、水晶プリズム200と石英プリズム201とはモータMTにより一体として光軸AXを中心として回転可能に構成されている。一方、水晶プリズム202と石英プリズム203とは固定されている。

【0022】水晶プリズム200と202の光学軸の方向を図2(a)、(b)にそれぞれ示す。ここで、光軸の方向をx、光軸に垂直でかつ図1の紙面内の方向をy、図1の紙面に垂直な方向をzとする。また、水晶プリズム200の光学軸opaxとy軸とのなす角を $\psi$ とする。図2(b)に示すように、固定されている水晶プリズム202の光学軸opaxの方向はマスク上の照明



される矩形形状の領域の辺の方向と平行である。ただし、光束をミラーなどで折り曲げている場合は、折り曲げが無いものとして考える。また、水晶プリズム200と202とのうち少なくとも1つは、その光学軸の方向が光束の進行方向に対して略垂直となるように配設されていることが望ましい。

【0023】本実施形態において反射ミラー8、13、14等の折り曲げ方向は全て図1の紙面に垂直な軸に対する回転方向となっている。このため、ウエハ15面上における光束は、図1の紙面に平行な方向の偏光は弱めに、紙面に垂直な方向の偏光は強めになる。このため、プリズム200、202により形成される光束の偏光の強度比が、y方向は強め、z方向は弱めに、かつその比を任意に選択できる必要がある。y方向の直線偏光の光束がプリズム200、201を透過した後は、様々な状態の偏光に変換される。そのうち直線偏光のみに着目すると、図3に示すようにy方向の直線偏光と、y軸と( $\psi \times 2$ )の角度をなす偏光とに、強度比が1:1で分離されている。さらに、プリズム202、203を透過すると、y方向の直線偏光は全く変化を受けずにそのまま通過し、y軸と( $\psi \times 2$ )の角度をなす偏光はy軸に対して( $\psi \times 2$ )の角度をなす偏光と、y軸に対して-( $\psi \times 2$ )の角度をなす偏光とに強度1:1で分離される。この様子を図4に示す。即ち、プリズム200~203を透過した後のy方向の偏光強度をA、z方向の偏光強度をB、水晶プリズム200の回転角度を $\psi$ とすると、 $A:B=1+\cos(2\psi):\sin(2\psi)$ となる。このことより、本実施形態において、y方向が多め、z方向が少なめの偏光を得る事ができることがわかる。さらに、回転角度 $\psi$ は可変であるため、AとBとの比は任意に選択する事ができる。好ましくは、ウエハ15面上で偏光量を測定しながら、方向による偏光の量の比が等しくなるように水晶プリズム200を回転し、 $\psi$ を選択することが望ましい。

【0024】(第2実施形態)本発明の第2の実施の形態にかかる照明装置及び該照明装置を備える投影露光装置の基本的な構成は上記第1実施形態と同様であるので、図による説明は省略する。上記第1実施形態と異なる点は、プリズム200~203の代わりに第1の楔型プリズムの組200、201のみを用いる点にある。水晶プリズム200の光学軸の方向を光軸AXの回りにモータMTにより回転させることで得られる偏光状態を図5(a)から(c)に示す。尚、この場合円偏光は問題にならないので直線偏光のみを図示する。(a)は光学軸と偏光方向のなす角が $45^\circ$ の場合(図11と同じ図)、(b)は $30^\circ$ の場合、(c)は $60^\circ$ の場合である。図より明らかな様に、この方法では、特定の斜め方向(光学軸の方向)の偏光を強くすることができる。第1実施形態のように、ミラーで光束を折り曲げるに際して、矩形の照野の何れかの辺に平行な軸に対して折り

曲げを行なう場合は、偏光の強度比は光束の矩形の辺に平行な2方向(図1中の、y、z方向)の比のみが変化することが必要である。しかし、ミラーによる折り曲げ方向に制約が無い場合は、光学軸の方向と、偏光の強度比を変化させたい方向とを水晶プリズム200を回転させて一致させることができる。したがって、1つの水晶プリズム200を回転させることで、望む方向の強度比を変化させることができる。

【0025】なお、上記実施形態ではフライアイレンズを一つだけ用いた照明系を用いたが、フライアイレンズとコンデンサレンズとの組を直列に複数設け、光束の波面分割と重ねあわせとを複数回行なう照明系を用いても良い。例えば、フライアイレンズとコンデンサレンズとの組を直列に二組配列した構成は、一般にダブルフライアイシステムと呼ばれる。かかる構成の場合、水晶部材等の複屈折媒質は、光源側から順に数えて第1番目のフライアイレンズよりも光源側に配置する事が望ましい。

【0026】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1記載の発明では、複屈折部材を回転することにより、特定の方向の偏光の強度比を制御できる。従って、光束のミラーによる折り曲げ方に起因する被露光面(ウエハ)上に到達する光の偏光の影響を無くすることができる。

【0027】また、請求項2記載の発明では、複屈折部材は光束の断面方向において、光束の進行方向の厚みが異なっている。従って、直線偏光が入射した場合に、複屈折部材に入射する光束の位置により該部材を透過する距離が異なるので、射出側で様々な状態の偏光が得られる。

【0028】また、請求項3記載の発明では、少なくとも2つの複屈折素子を有しており、そのうち一方が回転可能である。従って、任意の方向の偏光の強度比を制御できる。

【0029】また、請求項4記載の発明では、光学軸の方向が光束の進行方向に対して略垂直になっている。従って、偏光量の制御がさらに容易になる。

【0030】また、請求項5記載の発明では、マスク上の照明領域は略矩形形状であり、固設されている複屈折素子の光学軸の方向が前記矩形形状の辺の方向と平行である。従って、レーザ光源から射出し整形された光束の断面形状が矩形形状の場合でも、光量の損失なく効率よく照明でき、かつ照明領域の辺の方向に合わせて偏光の強度比を制御することができる。

【0031】また、請求項6記載の発明では、固設された複屈折素子は、回転可能な複屈折素子と波面分割部との間に配置されている。従って、ミラーの駆動回転部がフライアイレンズ等の光学系から離れているので、安定した照明を行うことができる。

【0032】また、請求項7記載の発明では、本発明に係る照明装置を用いることで、光束の折り曲げ方向に依

存する偏光の影響を避けることができ、常に良好な解像のパターンを投影、露光することができる

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る照明装置とそれを備えた投影露光装置の構成を示す図である。

【図2】水晶プリズムの光学軸の方向を説明する図である。

【図3】水晶プリズム200を透過した後の偏光の様子を説明する図である。

【図4】水晶プリズム200と202を透過した後の偏光の様子を説明する図である。

【図5】水晶プリズム200を回転した場合の偏光の様子を説明する図である。

【図6】従来の投影露光装置の構成を示す図である。

【図7】フライアイレンズの構成を示す図である。

【図8】(a)、(b)はフライアイレンズからマスクに至る系を説明する図である。

【図9】整形したレーザ射出光束 $\alpha$ とフライアイレンズ4との関係を示す図である。

【図10】(a)～(c)は、水晶部材(一軸結晶)1 20 M 凹面ミラー

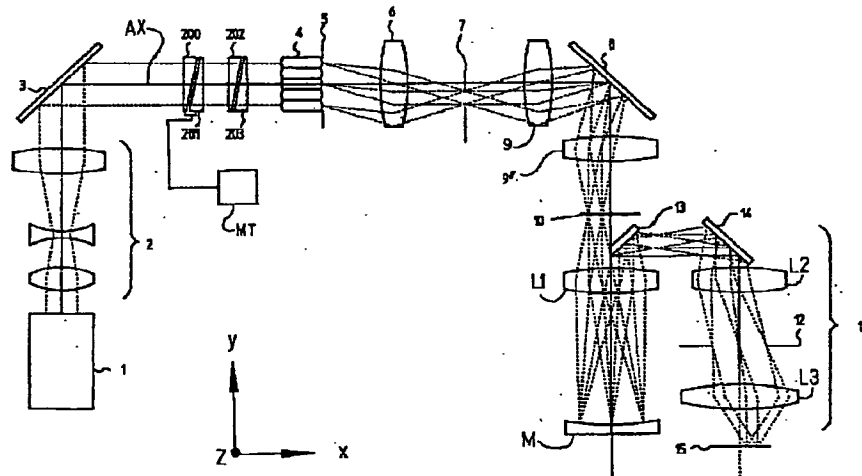
00の光学軸の方向と、偏光方向と、フライアイレンズとの関係を示す図である。

【図11】(a)～(e)は水晶部材100からの射出光の偏光の状態を示す図である。

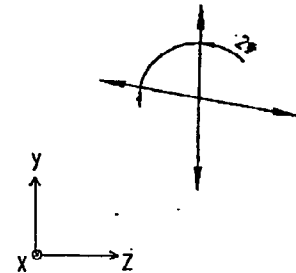
【符号の説明】

- 1 光源
- 2 整形光学系
- 3, 8, 13, 14 反射ミラー
- 200, 202 水晶プリズム
- 201, 203 石英プリズム
- 4 フライアイレンズ
- 5 開口絞り
- 6, 9, 9' コンデンサレンズ
- 7 視野絞り
- 10 マスク
- L1, L2, L3 レンズ
- 11 投影光学系
- 12 開口絞り
- 15 ウエハ
- 20 M 凹面ミラー

【図1】

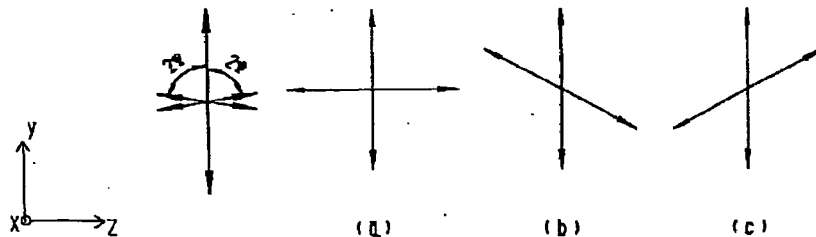


【図3】

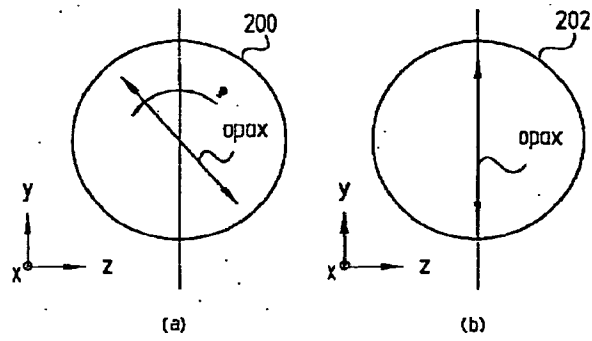


【図4】

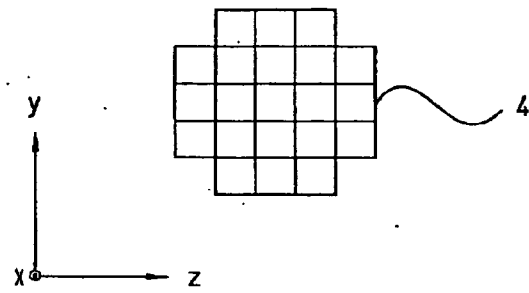
【図5】



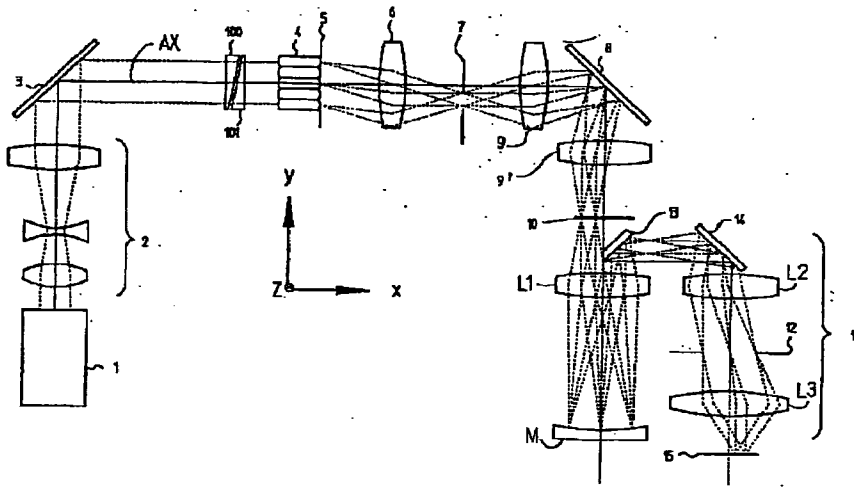
【図2】



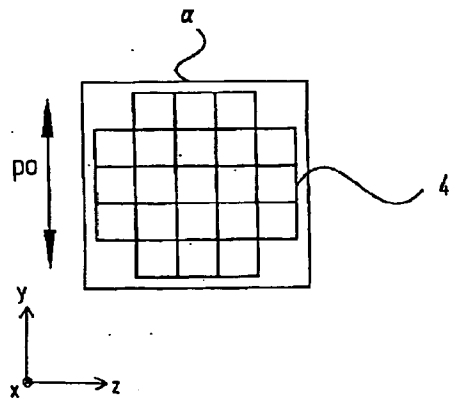
【図7】



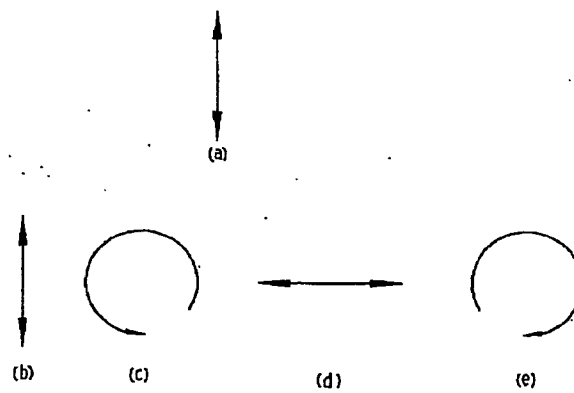
【図6】



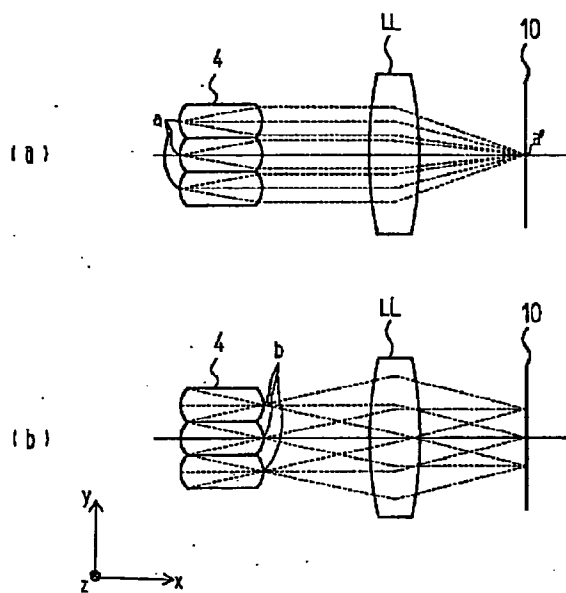
【図9】



【図11】



【図8】



【図10】

